CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
(C.R.T.)
CENTRE FOR RESEARCH ON TRANSPORTATION

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE

LABORATOIRE SUR LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS

LABORATORY ON TRANSPORTATION SAFETY

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
C.P. 6128, SUCCURSALE A,
MONTRÉAL
CANADA H3C 3J7

TÉLÉPHONE: (514) 343-7575
EMAIL: crt@crt.umontreal.ca
TÉLÉCOPIEUR (FAX): (514) 343-7121

CRT-785

La vision et la performance de conduite : Une analyse critique des publications

par

Roch Gagnon,
Lucien Sogansa,
Denise Desjardins,
Claude Duquette,
Claire Laberge-Nadeau

Laboratoire sur la sécurité des transports, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale A, Montréal (Québec) H3C 3J7,

Centre de recherche sur les transports — Publication #785

Juin 1991

91-05409/

Dépôt légal – 2ème trimestre 1991

RÉSUMÉ

La vision fait partie de l'une des trois catégories de conditions humaines dont la détérioration peut affecter la capacité de conduire.

C'est ainsi que des normes visuelles minima ont été établies pour la conduite automobile.

Le présent article fait une analyse critique des publications relatives à la vue et la conduite, et particulièrement, l'application de normes visuelles à l'émission du permis de conduire.

Dans le contexte connu de multifactorialité de l'accident, le rôle du conducteur apparaît selon plusieurs auteurs, comme une chaîne de comportements et de prédispositions conduisant à l'accident. La performance visuelle fait partie de cette dernière catégorie.

L'acuité visuelle statique, utilisée couramment comme test aux candidats à l'examen du permis de conduire est fortement correlée avec l'acuité visuelle dynamique. Cette dernière offre la meilleure mesure de la vision, suivie dans l'ordre, de l'acuité visuelle statique, du champ visuel et du recouvrement à l'éblouissement. Dans le domaine de la mesure de l'association entre les résultats de tests visuels et les taux d'accidents ou d'infractions, il a été pratiqué sur un échantillon de 17,500 conducteurs plusieurs analyses, de régression et de régression multiple, combinant plusieurs variables. D'autres auteurs ont eu, quant à eux, en combinant plusieurs facteurs de prédisposition et les comportements du conducteur pouvant entraîner l'accident, réussi

à établir la contribution relative de chacun d'eux. C'est le RIF (Relative Involvement Factor), calculé selon la loi des probabilités et qui est une statistique décrivant les interractions entre les causes directes et les conditions ou les états humains.

Malgré tout cela, il est à retenir que l'accident demeure un événement subit, relié à une multitude de facteurs complexes, dont la part est difficilement évaluée.

Tout en continuant de mesurer la performance visuelle par le test de l'acuité visuelle statique, il est indispensable, à l'heure actuelle de rechercher les conditions les plus adéquates d'examens visuels pouvant mettre en évidence, un handicap nocturne, crépusculaire, ou d'autres déficits oculaires.

Des approches rétrospectives prospectives de cohortes et de cas-témoins se basant sur de grands échantillons permettront d'obtenir de meilleures comparaisons ou associations.

Mots-clés: acuité visuelle, champ visuel, taux d'accidents, taux d'infractions.

1. INTRODUCTION

La perception visuelle est l'une des principales fonctions requises pour la conduite sécuritaire d'un véhicule automobile. Ceci est d'autant plus évident que la route et son état, les autres usagers, les indications du tableau de bord du véhicule sont des informations dont le conducteur doit constamment disposer pour moduler son comportement sur la route.

Dans son volume intitulé "Medical Impairment to driving", (1983), l'épidémiologiste Julian A. Waller classifie en trois catégories les détériorations de la santé qui peuvent affecter la capacité de conduire. Il s'agit:

- des conditions affectant la perception de l'environnement pour cause d'altération de la conscience ou la limitation des sens comme la vue.
- des conditions qui altèrent les processus de jugement pouvant affecter une action appropriée comme les maladies mentales ou la sénilité.
- des conditions locomotrices limitant les réflexes ou réponses adéquates et rapides lors de situations conflictuelles dans la circulation. Dans ce dernier cas, on peut citer en exemple l'arthrite.

Les problèmes de santé ne sont pas toujours ressentis par les conducteurs comme préjudiciables à leur habileté à conduire et quelquefois ils les sous-estiment ou les minimisent.

L'American Optometric Association (AOA) et l'American Association of Motor Vehicule Administrators (AAMVA) ont recommandé comme norme (1974) une acuité visuelle de 20/40 avec ou sans correction pour les conducteurs d'automobile.

Cependant, une dizaine d'états de la Fédération Américaine continuent d'accepter des acuités visuelles comprises entre 20/40 et 20/80. (Keltner, J.L., Johnson, A.C., 1987).

Les différentes normes établies sont pour la plupart basées sur des constatations plus ou moins empiriques et ne paraissent pas s'appliquer systématiquement à tous les cas.

Un accident est le résultat d'un dérèglement du système véhicule - conducteur - route.

A cause de sa place dans ce chaînon, sa perception du milieu, son interprétation et sa réaction, le conducteur joue un rôle important dans ce système qui pourrait potentialiser les autres facteurs d'accident (causes directes). Dans ce contexte de multifactorialité de l'accident, le rôle du conducteur peut être décrit comme une chaîne de comportements et de prédispositions conduisant à l'accident (Fell, 1976, Perchonok, 1972, cités par D. Shinar).

Arbitrairement, tous les spécialistes pensent que la vue est le premier canal sensoriel, responsable de plus de 95% des ressources de conduite. La seule chose arbitraire dans cette affirmation reste le chiffre de 95%. Différentes études ont montré une relation existant entre une vision performante et les capacités ou habiletés de conduite (D. Shinar, 1989). Au Québec, et particulièrement au Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, une étude en cours tend à démontrer le rôle de

trois groupes de pathologie (dont les troubles visuels) pouvant avoir un impact sur la sécurité routière, notamment pour les conducteurs de camions ou de véhicules de transport en commun, de taxi et d'automobiles privées. Les normes minimales visuelles sont évaluées seulement chez des conducteurs âgés (70-85 ans) de véhicules de promenade (permis de classe 5).

L'objectif du présent article porte sur l'analyse critique des publications relatives à la vue et à la conduite sécuritaire. Une attention particulière est accordée à l'application de normes visuelles pour l'émission du permis de conduire.

Sur les 48 articles que nous avons tirés de la littérature sur le sujet, nous n'avons retenu pour citation que 22, dont particulièrement, deux séries de travaux de base. Il s'agit de celles de Albert BURG (1966, 1968 et 1978 avec B. HILLS) et de David SHINAR et collaborateurs (1977 et 1978).

Nous examinerons les résultats en rapport avec la méthode utilisée et dégagerons les mesures concernant la conduite sécuritaire et les variables utilisées.

2. METHODES UTILISEES ET RESULTATS

2.1 Travaux de Albert BURG

Pour fournir aux responsables de la délivrance du permis de conduire des informations pertinentes sur lesquelles se baser pour établir les procédures d'examens visuels des candidats, Albert Burg (1968) a comparé plusieurs groupes de conducteurs dont la vision

avait été évaluée lors de l'acquisition ou du renouvellement du permis de conduire, tenant compte de leurs données de conduite durant une période de trois ans, et d'un certain nombre de capacités visuelles. Il a suivi leur dossier de conduite durant une période de trois ans, (accidents et infractions), et a tenu compte des caractéristiques personnelles et des habitudes de conduite de 17,500 volontaires Californiens. En vue de mesurer les performances de conduite en rapport avec la vision, A. Burg (1968), a mesuré sur chaque conducteur - l'acuité visuelle statique, l'acuité visuelle dynamique, le champ visuel latéral total, la phorie latérale, le seuil d'aveuglement, la récupération à l'éblouissement. De plus il a tenu compte des variables suivantes: l'âge, la moyenne annuelle de milles parcourus, le sexe et le dossier de conduite, c'est-à-dire, les accidents et les infractions de chacun.

Les résultats de cette investigation ont montré que parmi tous les tests, l'acuité visuelle dynamique était le plus corrélé avec la performance de conduite. Suivent dans l'ordre: . l'acuité visuelle statique . le champ visuel . le recouvrement à l'éblouissement

De plus, l'analyse des résultats des examens de la vue pratiqués à l'aide de l'ortho-rater révèle:

- l'existence d'une assez bonne corrélation entre l'acuité visuelle statique et l'acuité visuelle dynamique (r=0,598) à 60^0/s, mais moins bonne lorsque l'objet se déplace plus vite (r=0,350 à 150^0/s).
- l'acuité visuelle décroit avec l'avancée en âge et l'augmentation de la vitesse d'une automobile (A. Burg, 1966) (ortho-rater 1100 à 16-19 ans, 160 à 75-79 ans).

  Dans son étude préliminaire, Burg, A. (1968) a obtenu les résultats suivants:

  . Taux d'accidents/taux d'infractions r= 0,292

  . Taux d'accidents/millage r= 0,156

  . Taux d'infractions/millage r= 0,302

  . Les infractions sont plus faciles à prédire que les accidents.

  Dix ans plus tard, en collaboration avec Brian L. Hills, A.Burg reprend l'analyse sur la base des données recueillies en 1966. Les deux auteurs définissent comme exposition au risque ou facteur de prédisposition aux accidents et infractions, le nombre de milles parcourus. La valeur moyenne a été fixée à 100,000 milles ou 161,300 kilomètres par personne, sans restriction du délai mis à parcourir cette distance. Pour minimiser l'influence de l'exposition, le taux d'accident et/ou d'infractions pour ce kilométrage a été considéré comme variable dépendante.

L'âge, les tests d'acuité visuelle et le taux d'accidents ou d'infractions ont été les variables retenues pour comparer les sujets à l'intérieur de l'échantillon car tous ces facteurs influencent la performance de conduite.

2.2. Travaux de David Shinar

En 1977, D. Shinar conclut après ses études que l'altération de la vue n'est associée que faiblement à la performance de conduite parce que les sujets tendent à compenser cet handicap par une modification de leurs habitudes de conduire.

En collaboration avec John W. Eberhard, cet auteur a pratiqué huit différents tests visuels sur un échantillon de 890 conducteurs âgés de 17 à 89 ans impliqués dans un accident et participant volontairement à l'étude.

Tous les individus, séparés en quatre groupes d'âge (moins de 25 ans, 25-54 ans, 55-64 ans, 65 ans et plus) ont été interviewés sur leur millage, leurs années d'expérience de conduite, leurs implications dans des accidents, leur temps de conduite nocturne. Après l'entrevue, les tests visuels sont appliqués et leurs résultats communiqués aux conducteurs.

Des analyses de régression ont été effectuées pour prédire les taux d'accident sur la base des tests de vision seuls, et sur la performance des tests visuels et et les informations biographiques réunis. Elles montrent des corrélations significatives

entre les taux d'accidents et les performances visuelles pour tous les groupes d'âge. De même, le rôle de la vision dans l'implication dans les accidents apparaît être croissant avec l'âge pour la conduite de jour. Le test t de Student, pratiqué pour évaluer les différences de moyennes d'accidents pour des catégories de conducteurs selon leur niveau de vision, indique que la moyenne des taux d'accident était plus élevée pour ceux ayant une faible vision (mouvement périphérique angulaire et acuité visuelle statique, éblouissement).

L'une de ces conclusions a été cependant qu'un accident ne saurait être totalement imputé au conducteur, étant un événement multifactoriel.

. Les taux d'accidents de jour ou de nuit ont été mesurés chez deux groupes, ceux de 25-54 ans et ceux de 65 ans et plus.

L'association avec les tests visuels a donné les degrés de corrélation suivants:

25-54 ans, r= 0,20 de jour et 0,11 de nuit

65 ans et plus, r= 0,16 de jour et 0,09 de nuit

Plusieurs tests visuels ont été trouvés prédicteurs d'accidents pour différents groupes d'âge.

avec $p < 0,001$ (D. Shinar, 1977)

David Shinar (1978) soutient que chaque facteur humain peut être retracé à partir d'un état ou d'une condition de prédisposition humaine. La vision fait partie de ces facteurs et se retrouve

dans la catégorie des états ou conditions du conducteur. Ces états sont entre autres l'ivresse, la toxicomanie, la fatigue, la baisse visuelle, l'état émotionnel, l'empressement, l'inexpérience de conduite et le degré de familiarité avec la route ou le véhicule.

D'un autre côté, en dehors de ces facteurs ancrés chez le conducteur et faisant partie intégrante de sa personne, les causes directes ou facteurs déclenchants d'accidents selon Shinar sont les comportements: inattention, non-observance de règles de conduite, distraction, vitesse élevée, action brutale, sur-compensation - ces dernières causes sont ponctuelles et surgissent juste avant l'accident qu'elles entraînent.

Toujours en 1978, David Shinar et ses collaborateurs ont effectué des analyses combinant les facteurs de prédisposition ou d'exposition et les comportements ou causes directes des accidents. Dans le premier groupe de variables, nous retrouvons des conditions telles la baisse de la vision, la consommation de drogues et d'alcool, l'inexpérience et la fatigue, tandis que la vitesse, la distraction, l'inattention et les mauvaises conditions techniques du véhicule constituent des causes directes d'accident ou d'infraction.

D. Shinar et col (1978) a évalué la contribution des facteurs humains en relation avec l'action directe humaine qui a causé

l'accident. Il a développé un indicateur qui montre la contribution de chacune des conditions dans lesquelles se trouvait le conducteur. En effet, il a compilé toutes les informations pertinentes sur les accidents obtenus par investigation en profondeur, à l'aide d'équipes multidisciplinaires incluant l'examen du véhicule et du conducteur. Ainsi, il a pu recueillir des informations sur:

- toutes les défectuosités du véhicule
- le passé du conducteur y compris son implication dans des accidents, sa performance visuelle, un questionnaire sur les derniers moments précédant l'accident et des tests visuels faits après l'accident.

Tous les facteurs ont été hiérarchisés par chacun des membres de l'équipe multidisciplinaire et classés selon un intervalle de confiance. Cette dernière valeur a été estimée pour la contribution de chaque facteur.

Le RIF (Relative Involvement Factor) issu de la combinaison des causes directes et indirectes s'écrit comme suit:

$$R\ I\ F = \frac{P(Xi/Yi)}{P(Xi)} = 1$$

où P(Xi/Yi) est la probabilité conditionnelle que la cause directe Xi soit induite par la condition ou l'état Yi et P(Xi) est la probabilité marginale de citer la cause directe Xi.

Le RIF dépend en fait du nombre de fois qu'une cause ou condition est citée pour les 420 cas d'accidents de 720 conducteurs étudiés en profondeur. C'est ainsi qu'il a trouvé que le RIF est de 2,54 pour la faible vision contre 22,2 pour la fatigue incluant la somnolence, 11,4 pour l'inexpérience avec le véhicule et 5,52 pour la consommation d'alcool. (D. Shinar, 1978).

2.3. Les autres auteurs

La plupart des auteurs reconnaissent une relation existant entre la vision et les performances de conduite.

L'implication dans les accidents est très fortement associée à l'acuité visuelle binoculaire (X^2= 25,5, p= 0,51%). De même, une bonne ou mauvaise vision peut induire la survenue ou non d'accidents (X^2= 5,30, 1%<p <2,5%). L'étude fut réalisée sur un échantillon de 1000 conducteurs âgés de 16 à 79 ans. (P. Davison, 1985).

La mesure des attitudes par rapport aux habiletés à identifier les objets en mouvements, sur un échantillon de 115 conducteurs mâles âgés de plus de 55 ans, donne les résultats suivants, avec une valeur de p de 0,0248; X^2=5,04 pour la vision péripherique droite, 0,25 pour la sensibilité aux couleurs verte et brune, 0,33 et 0,02 respectivement pour les acuités visuelles de jour et de nuit. (M. Fox, 1989).

R.R. Mourant et R.K. Mourant (1979) ont analysé la performance de conduite de 13 personnes âgées de 60 à 70 ans, par rapport à 10 jeunes âgés de 21 à 29 ans. Après des tests de lisibilité, dans des conditions expérimentales, ils ont observé qu'en dehors de la conduite libre de jour, les moyennes des distances de visibilité en degrés sont meilleures chez le groupe de 21-29 ans que chez les plus âgés (suivi en convoi de jour 3,6 ± 1,7 et 2,3 ± 1,0; conduite libre de nuit, 3,9 ± 2,2 et 3,3 ± 1,4).

M. Sivak (1981, 1982), en évaluant la distance de lisibilité ou de visibilité de deux échantillons de 6 personnes chacun, l'un formé de plus jeunes que l'autre, a conclu que les plus âgés ne voient qu'à une distance 65 à 77% moindre que les jeunes.

3. DISCUSSION

Si l'examen de l'acuité visuelle se justifie lors d'une demande de permis de conduire, on peut reprocher à la procédure actuelle son état rudimentaire car le fait de voir très bien de jour ne signifie pas bien voir la nuit, dans un climat brumeux, lors d'un éblouissement ou dans un environnement mal éclairé et encore moins dans un contexte de grande vitesse.

Il faudrait pratiquer les examens visuels dans les conditions les plus adéquates pour mettre en évidence un handicap nocturne, crépusculaire ou autres conditions dynamiques.

3.1. Points forts des écrits

3.1.1. Shinar, D. et Eberhard, J.W. (1977) affirment qu'il existe une différence dans la contribution de chacune des aptitudes visuelles à la survenue d'accidents de jour et de nuit d'une part, et, d'autre part, entre les catégories d'âge en cause. Cela fait suggérer que les futures applications des exigences visuelles pour le permis soient plus flexibles pour admettre tant les effets de l'âge du conducteur que les différences dans les conditions de conduite. Pour une validation de l'étude des associations entre vision et accidents ou infractions, Shinar conseille de prélever de grands échantillons et de développer des équations de régression pour prédire les taux d'accidents séparément pour les différents groupes d'âge étudiés, et pour différentes conditions de luminosité. Ces équations pour la prédiction des accidents de jour et de nuit pourraient être utilisées pour établir des critères de restriction ou tout au moins alerter sur leurs limites les conducteurs handicapés visuellement.

3.1.2. **Développement de critères d'admission pour les permis de conduire, le point de vue de Burg, A.**

Un effort systématique a été fourni pour déterminer les épreuves visuelles d'admission qui pourraient être considérées comme valides pour la sélection des conducteurs. Burg a comparé systématiquement les groupes

ayant des niveaux élevés de vision avec ceux ayant des niveaux les plus bas. Pour chaque test visuel il utilise les tests de t de Student afin de déterminer, pour chaque score de succès, la signification statistique de la différence de moyenne d'accidents entre les deux groupes. Les résultats de ces analyses sont en harmonie avec ceux des analyses corrélationnelles décrites plus haut par le même auteur.

Pour les 3 groupes d'âge les plus jeunes, les tests de vision fournissent peu de critères d'admissibilité qui pourraient être rigoureusement valides ou exploitables. Toutefois, pour ceux âgés de 54 ans et plus, des critères d'admissibilité sont déterminés pour les deux acuités statique et dynamique. Les résultats les plus fiables ont été obtenus avec l'acuité visuelle dynamique à 90^0/s, ou les deux critères d'admissibilité de 20/50 et 20/67 ont démontré une grande signification. Le seuil de 20/67 a fait échouer 6% du groupe d'âge, et la moyenne d'accidents pour le groupe d'échec est deux fois celle du groupe à succès. L'utilisation de l'ortho-rater sur le critère d'admissibilité de l'acuité visuelle de 20/40 a mis 1,6% des conducteurs âgés de plus de 54 ans dans le groupe d'échec, et leur taux d'accident est 2,5 fois celui du groupe qui a réussi le test. Mais, comme il a été déterminé que ce résultat est seulement applicable aux conducteurs hommes, son utilisation pour les

conducteurs femmes reste douteuse. Pour le champ visuel total, un critère d'admissibilité de 170^0 est hautement significatif; toutefois, une telle norme ferait échouer près de 80% de ceux âgés de plus de 54 ans, une proportion de sélection évidemment peu réaliste. Les résultats pour le seuil de reconnaissance d'une basse luminosité et du recouvrement à l'éblouissement ne sont pas consistants. B.L. Hills, A. Burg (1978)

Keltner et Johnson (1987) ont évoqué les normes en vigueur aux Etats-Unis d'Amérique, à savoir qu'il n'y a pas de restriction si l'acuité visuelle est de 20/40 ou mieux, avec ou sans verres correcteurs, et le champ visuel de 140^0 ou plus. Par contre, des restrictions sont imposées si l'acuité visuelle se situe entre 20/50 et 20/175 pour un oeil ou les deux yeux (avec ou sans correction). Dans ce cas, toutefois, on exige que le champ visuel continu n'ait pas moins de 140^0.

Shinar D. (1977) a effectué ses recherches avec des normes proches de celles-là, soit 20/30 à 20/80 pour l'acuité visuelle statique normale, 20/50 à 20/200 pour l'acuité visuelle sous illumination. Le champ visuel est mesuré à 70, 80 et 90 degrés pour Burg A. (1978), le test est réussi avec une acuité visuelle de 20/40 ou mieux. Néanmoins, Lange J.L. et Gersten J.C. (1989) ont conclu que les décisions d'octroyer le permis sur la base de

performance visuelle devraient se baser sur ce qui est disponible tenant compte des contraintes budgétaires, des responsabilités et de l'environnement politique.

Il existe un axiome selon lequel les facteurs humains et les circonstances environnementales autres que la vision amènent les conducteurs à violer le code de la route. Les deux auteurs précédemment cités recommandent d'opérer une restriction progressive chez les personnes âgées subissant des tests visuels, notamment ceux ayant un passé de violation des règles de conduite routière. Ils pourront être réduits à conduire sur une courte distance hors de chez eux, être interdits d'aller sur des autoroutes et voies à grande circulation, être orientés vers des tests visuels tels que le recouvrement à l'éblouissement. Cette dernière démarche fera déterminer s'ils ne doivent plus conduire du tout. Leur soumission à un examen visuel périodique pourrait être aussi une condition pour maintenir leur permis de conduire. Ainsi, tout conducteur impliqué dans n'importe quel type d'accidents ou d'infractions devra subir des tests d'acuité visuelle et d'évaluation de champs visuels périphériques. Cette dernière affirmation nous apparaît exagérée et difficile à mettre en application.

3.2. Faiblesses

Bien que toutes les études aient abouti à des résultats de valeur prédictive acceptable, il existe encore un doute quant à la valeur

à accorder à ces prédictions. L'accident demeure un événement subit, relié à une multitude de facteurs complexes, dont la part est difficilement évaluée. La mesure de la vision après chaque accident est quasi impossible et seules des batteries de tests appliqués à des conducteurs impliqués ou non dans des accidents permettent de prédire la contribution de chacun des tests de vision à la survenue d'accident.

Plusieurs auteurs ont aussi réaffirmé les difficultés de quantifier l'influence de la vision comme facteur causal d'un accident événement. De plus, la mesure de l'acuité visuelle telle que pratiquée habituellement ne réflète pas les fonctions visuelles dynamiques (Booher, H.R., 1978). La plupart des chercheurs ont affirmé que d'autres facteurs en dehors de la vision (âge, sexe, kilométrage, expérience, alcool) influençaient la performance de conduite exprimée en taux d'infractions ou taux d'accidents. Keltner, J. et al (1987) ont observé que les personnes des tranches d'âge 18-24 ans et 65 ans et plus (57 à 59%) sont impliquées dans les infractions de la même manière, alors que celles âgés de 40 à 60 ans ont un taux moyen d'infractions moindre (45 à 48%).

Sivak, M. (1981, 1982) a conclu de ses études que la distance de visibilité des personnes âgés est plus courte que celle des plus jeunes (65 à 77%).

Davison, P. (1985) dans sa recommandation sur la validité des tests visuels, affirme que du fait du peu d'impact des tests

cliniques visuels sur la réduction des accidents de la route, il y a lieu de penser à de meilleurs modèles d'évaluation de l'acuité visuelle pour les examens de permis de conduire.

Un autre point faible reste la méthode utilisée. Keltner et Johnson (1987) critiquent les techniques utilisées pour mesurer le champ visuel et les résultats de l'enquête de Burg, A. et collaborateurs. Ces derniers ont seulement statué sur la base d'une corrélation entre vision périphérique et conduite automobile, alors que le champ visuel est le test généralement utilisé pour mesurer la performance visuelle en condition de mobilité. Or la vision périphérique est un test de très basse spécificité, induisant une faible corrélation avec la performance de conduite.

D'autre part, à cause de leurs coûts élevés, de petits échantillons sont choisis souvent pour les études, exceptée l'étude de A. Burg qui est citée par presque tous les autres auteurs; cette pratique, ne permet pas des stratifications nécessaires à l'obtention de conclusions valables. De plus, plusieurs essais sur les mêmes sujets peuvent engendrer chez ces derniers une tension, de la fatigue, et induire un biais d'enregistrement des données. C'est ainsi que Margery Fox (1989) conclut après une étude sur 115 conducteurs seulement, que parmi tous les tests visuels, la vision périphérique droite est la plus associée aux performances de conduite, de par sa valeur prédictive élevée par rapport à celle de l'acuité visuelle de jour.

Hills, B.L. et Burg, A. en 1978 posent le problème de la validité des tests visuels en matière de conduite automobile.

Ils affirment qu'il n'existe pas de relation directe entre une faible vision et un fort taux d'accidents chez les conducteurs jeunes et adultes et que même chez les personnes âgées de 54 ans et plus, les relations obtenues sont faiblement significatives. Les questions qui restent posées sont: 1) les tests visuels pratiqués sont-ils prédicteurs d'accidents ou non? 2) ces pratiques ne pénalisent-elles pas les bons conducteurs?

En effet, après avoir obtenu une corrélation entre taux d'infractions et taux d'accidents, millage et taux d'infractions millage et taux d'accidents, ils constatent que ces résultats laissent encore les chercheurs dans le doute quant à l'importance à accorder aux performances visuelles des conducteurs impliqués dans les accidents. Doit-on tenir compte de l'âge pour décider? Les fortes associations retrouvées chez les personnes âgées entre taux d'accidents et vision pourraient aussi refléter l'existence d'autres facteurs, non suffisamment mesurés.

Mesurant la corrélation entre taux d'accidents de jour et de nuit par rapport à deux groupes d'âge, Shinar, D. (1977) a abouti au fait que l'association était plus forte chez les 25-54 ans (r= 0,20 de jour et 0,16 de nuit) que chez les plus âgés (r= 0,16 de jour et 0,09 de nuit, 65 ans et plus). Toutefois, les degrés de corrélation sont bas, pris globalement.

Dans ces conditions, la combinaison de facteurs autres que l'âge et la vision dans la performance de conduite reste une hypothèse plausible.

Les deux derniers auteurs, à savoir Burg A. et Shinar D. ont eu, contrairement aux autres, à pratiquer des tests sur de grands échantillons. Ils ont eu à analyser des accidents ainsi que les facteurs physiologiques et les comportements des conducteurs. Leurs conclusions se recoupent et se résument comme suit:

- aucun test visuel pris individuellement n'est un bon prédicteur d'accident
- La contribution relative de chaque test varie beaucoup
- L'acuité visuelle dynamique est le meilleur test de prédiction pour les accidents de jour et l'acuité visuelle statique sous bas éclairage est le meilleur prédicteur pour les accidents de nuit.

4. RECOMMANDATIONS DES AUTEURS

La sécurité routière est un domaine multidimensionnel: l'établissement de normes impose donc de considérer tous les facteurs pouvant influencer la restriction ou le retrait du permis.

La vision en est un. L'opinion des proches parents du candidat en est un autre. Pour opérer la restriction, il faudrait tenir compte des conditions spéciales comme:

- la fréquence du renouvellement du permis
- la fréquence d'établissement des rapports d'expertise sur la fonction visuelle
- la fréquence des tests de conduite
- les besoins de rétrovision
- les changements dans l'environnement
- la catégorie de véhicule
- et la surveillance des accidents et infractions.

Des précautions obligatoires sont à prendre quant à la détermination des qualités visuelles dont l'affaiblissement est associé à une performance de conduite insécuritaire (B.L. Hills et A. Burg, 1978, R.R. Mourant et R.R. Mourant, 1979, M. Sivak et col. 1981, P. Davison, 1985).

Waller, J.A. dans son ouvrage "Identification of drivers with medical handicaps" (1973) recommande de tenir compte des limitations d'un sens tel que la vue pour établir un modèle de fiche d'évaluation médicale. Cela permettra de suivre à la fois les conducteurs ayant eu des accidents reliés à des déficits médicaux et ceux ayant eu plusieurs accidents à l'intérieur d'un court laps de temps (3 ou plus en 24 mois).

Winstanley, R.A. (1974) quant à lui recommande quatre (4) lignes de conduite:

- l'évaluation de l'effet des modèles dynamiques et l'établissement d'un système d'enregistrement et d'évaluation des caractéristiques visuelles reliées à la conduite.
- le développement de méthodes éducationnelles pour informer le conducteur âgé sur ses déficiences et ses limites.
- la coordination d'activités des équipes médicales avec celles oeuvrant dans l'industrie automobile et les transports routiers.
- le codage par couleur des permis de conduire, selon la catégorie des qualifications à déterminer.

Bailey, I.L. et Sheedy, J.E. (1988) recommandent que l'acuité visuelle et le champ visuel soient évalués chaque fois qu'on renouvelle le permis. Un délai de 4 ans a été déterminé comme raisonnable. Toutefois, pour les conducteurs de moins de 45 ans, un test serait fait moins fréquemment (tous les 8 ans).

Keltner, J.L. et ses collègues (1987) rejoignent J. Waller dans leurs propositions et recommandations. Pour eux, il est important d'identifier les facteurs visuels qui posent des risques à la population de conducteurs. Toutefois, garder à l'esprit les conséquences des restrictions de conduite comme la conversion des conducteurs en piétons, cyclistes et motocyclistes, avec d'autres risques encourus. Un système serait développé pour faire détecter les conducteurs à risque par des évaluateurs et/ou les membres de leurs familles.

La notion de restriction volontaire de conduite est admise par tous les auteurs, surtout chez les conducteurs âgés. Ces derniers choisissent de ne pas conduire dans certaines circonstances comme la nuit, les distances longues, les vitesses élevées, les voies à grande circulation, ou simplement sur conseils de parents et amis.

(D. Shinar et col. 1977; M. Sivak et col. 1981 et 1982, P.A. Davison 1985, J.L. Keltner et col. 1987, S. Retching et col. 1988, A.F. Williams et col. 1989).

Les normes visuelles telles que redéfinies en 1988 au Québec par la Société de l'assurance automobile du Québec exigent 6/15 pour la meilleure acuité visuelle d'un oeil pour les véhicules routiers de 2500 kg ou moins et de 6/18 pour les deux yeux. Le champ visuel horizontal monoculaire continu doit être égal ou supérieur à 120° pour l'oeil qui satisfait à la norme d'acuité visuelle

relative au véhicule concerné. Le champ visuel binoculaire doit être égal ou supérieur à 120^0. Le meilleur champ visuel doit être celui de l'oeil qui a la meilleure acuité.

La plupart des tests de fonction et de performance visuelles montrent des baisses fonctionnelles dans les capacités visuelles avec l'âge. (D. Shinar, 1989). Or, la mesure de l'acuité visuelle seulement ne peut faire apprécier les difficultés visuelles comme l'éblouissement, la vitesse d'accommodation, la vision dans un champ visuel large, la vision dans des conditions mauvaises d'éclairage.

En Suisse, des tests de simulation ont été élaborés pour les candidats à l'obtention du permis de conduire. Ce sont le test à l'éblouissement direct avec courbe acuité/luminance interprétée et le test de récupération de la sensibilité après éblouissement et l'établissement d'une courbe de récupération. Malheureusement, ils sont peu pratiqués, parce qu'inconnus et suscitant sur place peu d'intérêt commercial.

Un test visuel bien élaboré peut objectiver un manque de performance visuelle en relation avec de mauvaises conditions d'éclairage (J.J. Meyer, 1989). Des gênes visuelles sur un écran peuvent également s'observer dans d'autres conditions d'éclairage défavorables. Ces

nouveaux tests pourraient remplir deux fonctions:

. fournir des critères d'évaluation de l'aptitude à bien voir en conditions de conduite nocturne.

. fournir de nouvelles données qui pourraient servir à améliorer les conditions d'éclairage et de signalisation.

5. CONCLUSION

La littérature indique que les déficiences visuelles ont probablement un effet adverse sur la performance de conduite, cette dernière étant mesurée par la fréquence d'accidents ou d'infractions.

Tout en tenant compte de la contribution relative éventuelle d'autres facteurs dans la survenue d'accidents, comme l'expérience de conduite, l'âge et les conditions psychologiques ponctuelles du conducteur, la recherche de caractéristiques visuelles des conducteurs devrait être faite lors de la délivrance ou du renouvellement du permis de conduire. C'est ainsi qu'en vue d'évaluer l'impact sur la sécurité routière de normes médicales et optométriques pour la conduite d'un véhicule routier, une recherche est en cours au Laboratoire sur la Sécurité des Transports du Centre de Recherche sur les Transports. Selon une approche épidémiologique de cohorte, avec groupe témoin, l'étude vérifie l'association entre les variables accidents et infractions avec des variables indépendantes comme la classe de permis, l'âge et le sexe, ainsi que les conditions médicales y compris la performance visuelle. (Laberge-Nadeau Claire, Hamet, Pavel et col. 1989).

L'étude qui concerne les conditions visuelles porte sur 564 titulaires de permis des classes 3 et 4C ayant eu une vision monoculaire borgne ou une perte traumatique d'un oeil et ceux ayant une vision monoculaire amblyope ou strabique, lors d'un contrôle médical antérieur. Elle a pour objectif premier de vérifier s'ils ont plus d'accidents par

kilométre parcouru et un moins bon dossier de conduite que les conducteurs qui ont une vision binoculaire.

Le second objectif de l'étude est de comparer les risques en termes d'accidents par kilométre parcouru et le dossier de conduite, d'une part chez 5 330 titulaires de permis des classes 5 correspondant aux normes minimales définies dans le règlement, et d'autre part les témoins (2 294 titulaires) jouissant d'une meilleure vision, tout autre facteur étant exclu.

L'étude tient compte de plusieurs variables confondantes.

Les résultats d'une telle étude sont attendus afin d'orienter les décideurs en matière de délivrance et de renouvellement du permis de conduire.

BIBLIOGRAPHIE

1. **BAILEY, I.L. and SHEEDY, J.E.**
   Vision Screening for Driver Licensure in
   Transportation in an Aging Society pp. 294-322
2. **BOOHER, Harold R.**
   Effects of Visual and Auditory Impairment in
   Driving Performance
   Human Factors,
   1978, Vol. 20 (3), pp. 307-320
3. **BURG, Albert**
   Visual Acuity as Measured by Dynamic and Static
   Tests: a comparative evaluation
   Journal of Applied Psychology,
   1966, Vol 50, No.6, pp. 460-466
4. **BURG, Albert**
   Vision and Driving: a Summary of Research Findings
   Highway Research Record,
   1968, 216, pp. 1-12
5. **DAVISON, Peter**
   Inter-relationships between British Drivers' Visual
   Abilities, Age and Road Accident Histories
   Ophthalmic and Physiological Optics,
   1985, Vol 5, No. 2, pp. 195-204
6. **FOX, Margery**
   Elderly Drivers' Perceptions of Their Driving Abilities
   Compared to their Functional Visual Perception Skills
   and Their Actual Driving Performance.
   Physical and Occupational Therapy in Geriatrics,
   1989, Vol. 7 (1-2), pp. 13-49
7. **HILLS, L. Brian and BURG, Albert**
   Reanalysis of California Driver-Vision Data:
   General Findings
   Transportation Research Record,
   1978, 681, pp. 47-50
8. **JONAH, Brian**
   Meeting on Research and Development Needed to Improve
   Safety and Mobility of Older Drivers
   Bethesda, Maryland, August 23-24, 1989
9. **KELTNER, John L. and JOHNSON, Chris A.**
   Visual Function, Driving Safety and the Elderly
   Ophtalmology,
   1987, Vol 94 (9), pp. 1180-1188
10. **KOH, D. and PHOON, W.D.**
    Effects of Aging on Taxi Driving
    Annals of the Academy of Medecine, Singapore,
    January 1987, Vol 16 (1), pp. 106-109

11. **LABERGE-NADEAU, Claire, HAMET, Pavel et col.**
Impact sur la sécurité routière des normes médicales et optométriques pour la conduite d'un véhicule routier,
Centre de Recherche sur les Transports, Montréal,
Rapport annuel, décembre 1989

12. **LANGE, L.J.**
Driving Risk Assessment of Older drivers with reduced Visual Acuity
34th Annual Proceedings, Association for the advancement of automotive medecine, Oct 1-3, 1990, Scottsdale, Arizona

13. **MEYER, J.J.**
Sécurité routière lors de la conduite nocturne:
Faut-il réviser les mesures préventives?
Cahiers de la Faculté de Médecine
Université de Genève,
1989/1, No. 18, pp. 45-73

14. **MOURANT, R.R. and MOURRANT, R.R.**
Driving Performance of the Elderly
Accid. Anal. and Prev.,
1979, Vol. 11, pp. 247-253

15. **RETCHIN, S.M. and al.**
Performance Based Measurements Among Elderly Drivers and Non Drivers
J.A.G.S.,
1988, Vol. 36, pp. 813-819

16. **SHINAR, David and EBERHARD, John W.**
The Relationship Between Driver Vision and Accident Involvement
Proceedings of the Human Factors Society
21st Annual Meeting
1977, pp. 553-557

17. **SHINAR, David and al.**
The Interaction Between Driver Mental and Physical Conditions and Errors Causing Traffic Accidents:
An Analytical Approach
J. of Safety Research
1978, Vol. 10, pp. 16-23

18. **SIVAK, Michael and OLSON, Paul L. and PASTRALAN, Leon A.**
Effect of Driver's Age on Nightime Legibility of Highway Signs
Human Factors, 1981, Vol. 23 (1), pp. 59-64

19. **SIVAK, Michael and OLSON, Paul**
Nightime Legibility of Traffic Signs:
Conditions eliminating the effects of driver age and disability glare
Accid. Anal. and Prev.
1982, Vol. 4, No. 2, pp. 87-93

20. **WALLER, A. Julian**
Medical Impairment to Driving
Identification of Drivers with Medical Handicaps
Charles C. Thomas, Publisher,
1973, pp. 22-34

21. **WILLIAMS, Allan F., CARSTEN, Oliver**
Driver Age and Crash Involvement
American Journal of Public Health,
1989, 79, pp. 326-327

22. **WINSTANLEY, Robert A.**
Visual Factors:
National Conference on the Aging Driver
Washington, D.C.
May 2-4, 1974

23. **ZAIDEL, David M., HOCKERMAN, Irit**
License Renewal for Older Drivers:
The Effects of Medical and Vision Tests
J. of Safety Research,
1986, No. 17, pp. 111-116